

10/508847

PCT/JP 03/03457

Rec'd PCT/PTO 22 SEP 2004

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

20.03.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 3月22日

REC'D 16 MAY 2003

WIPO PCT

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-081955

[ ST.10/C ]:

[ JP 2002-081955 ]

出 願 人

Applicant(s):

旭化成株式会社

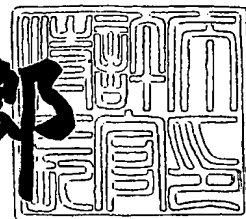
セントロン・アクチエンゲゼルシャフト

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3031243

【書類名】 特許願

【整理番号】 ASKX131493

【提出日】 平成14年 3月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 33/06

【発明の名称】 角度検出装置および半導体装置

【請求項の数】 12

【発明者】

    【住所又は居所】 静岡県富士市鮫島2番地の1 旭化成株式会社内

    【氏名】 角田 勝巳

【発明者】

    【住所又は居所】 スイス シーエイチー1110 モルジュ アベニュー  
デュ デライ 4

    【氏名】 クリスチャン ショット

【特許出願人】

    【識別番号】 000000033

    【氏名又は名称】 旭化成株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 500539479

    【氏名又は名称】 セントロン・アクチエンゲゼルシャフト

【代理人】

    【識別番号】 100077481

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 谷 義一

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013424

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713025

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 角度検出装置および半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 方向の磁気成分を検出する磁気センサ部を備え、磁場との相対角度を検出する角度検出装置であって、

第 1 の磁気センサ部により検出された第 1 の方向成分を一定に制御する制御手段と、

前記第 1 の磁気センサ部が前記制御手段により制御されるときと同じ駆動条件により、第 2 の磁気センサ部を駆動して第 2 の方向成分を検出する駆動手段と、を具備したことを特徴とする角度検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記第 1 の磁気センサ部と前記第 2 の磁気センサ部は、それぞれ、対向する一対の磁気センサを備えており、これら磁気センサは互いに直交する直線上に配置されていることを特徴とする角度検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、

前記第 1 の磁気センサ部および前記第 2 の磁気センサ部は、円形磁気収束板の端部に近接して配置されていることを特徴とする角度検出装置。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかの項において、さらに加えて、

前記制御手段が帰還制御ループを備えており、該帰還制御ループの機能を停止させる帰還停止手段を有することを特徴とする角度検出装置。

【請求項 5】 請求項 4 において、さらに加えて、

前記帰還停止手段により前記帰還制御ループの機能を停止させた状態にて、電源投入後の角度領域判定を行う領域判定手段を有することを特徴とする角度検出装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、

前記領域判定手段は、角度領域の判定を行うに際して、各信号成分の絶対値、符号の正負、符号の排他的論理和を用いることを特徴とする角度検出装置。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれかの項において、さらに加えて、

磁場との相対角度に応じて、検出された方向成分の符号を反転させる符号反転

手段と、

前記一定に制御する信号成分を切り替える手段と、  
を有することを特徴とする角度検出装置。

【請求項 8】 請求項 1 において、さらに加えて、

前記第 1 の磁気センサ部または前記第 2 の磁気センサ部により検出された方向成分の入力に応答して、所定クロックの計数を開始する計数手段と、

前記計数手段の計数値を、予め定めた変換値に変換する第 1 の変換手段と、

前記計数を開始させた前記方向成分と前記変換値とを比較して、前記変換値が前記方向成分に達したとき、前記計数手段による計数動作を停止させる計数停止手段と、

停止した前記計数手段による計数結果を角度情報に変換する第 2 の変換手段と

を有することを特徴とする角度検出装置。

【請求項 9】 請求項 8 において、

前記第 2 の変換手段は、前記角度情報を得るための所定の補間処理、および／または、オフセット角度値の加算処理を行うことを特徴とする角度検出装置。

【請求項 10】 請求項 1～9 のいずれかの項において、さらに加えて、

角度に依存する信号を角度に対して直線的に変化する複数の角度領域に分割し、その領域を判定する判定手段を備え、

角度の抽出を、近似直線の傾きの調節と、オフセット加算による一次変換により行うことを特徴とする角度検出装置。

【請求項 11】 請求項 1～10 に記載の角度検出装置を、半導体基板上に形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 12】 請求項 11 において、

回転する永久磁石の近傍に当該半導体装置を設置し、該永久磁石の回転角度を検出することを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、角度検出装置および半導体装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

さらに詳述すると、本発明は、少なくとも 2 方向の磁気成分を検出する磁気センサ部を備えることにより、磁場との相対角度を検出する角度検出装置、ならびに、この角度検出機能を備えた半導体装置に関するものである。

【 0 0 0 3 】

【従来の技術】

従来から、ホール素子などの磁気センサを用いた角度検出装置が種々知られている。これら従来の角度検出装置では、所謂スピニングカレントメソッドに基づいた構成を採ることにより、ホール素子出力に含まれるオフセット誤差を相殺することが広く知られている。

【 0 0 0 4 】

また、米国特許第 5, 9 4 2, 8 9 5 号に記載されているように、磁気収束板の下部にホール素子を配置することにより、正確な磁気検出を行うことが知られている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの従来技術により磁場の角度検出を行う際には、一つのホール出力ごとに既定のデジタル処理を施していき、最後に角度情報を得るための演算処理を行うこと等が必要になるので、回路規模の拡大ならびに生産コストの上昇は避けられない問題であった。

【 0 0 0 6 】

特に、半導体プロセスなどにより超小型の角度検出装置を実現しようとする場合には、回路構成の簡略化および装置全体の小型化は、ぜひとも解決しなければならない課題となっている。

【 0 0 0 7 】

よって本発明の目的は、上述の点に鑑み、簡易な回路構成にも拘わらず、正確な角度検出を可能とした角度検出装置および半導体装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

## 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、請求項 1 に係る本発明は、少なくとも 2 方向の磁気成分を検出する磁気センサ部を備え、磁場との相対角度を検出する角度検出装置であって、第 1 の磁気センサ部により検出された第 1 の方向成分を一定に制御する制御手段と、前記第 1 の磁気センサ部が前記制御手段により制御されるときと同じ駆動条件により、第 2 の磁気センサ部を駆動して第 2 の方向成分を検出する駆動手段と、を具備したものである。

## 【0009】

請求項 2 に係る本発明は、請求項 1 において、前記第 1 の磁気センサ部と前記第 2 の磁気センサ部は、それぞれ、対向する一対の磁気センサを備えており、これら磁気センサは互いに直交する直線上に配置されている。

## 【0010】

請求項 3 に係る本発明は、請求項 1 または 2 において、前記第 1 の磁気センサ部および前記第 2 の磁気センサ部は、円形磁気収束板の端部に近接して配置されている。

## 【0011】

請求項 4 に係る本発明は、請求項 1 ～ 3 のいずれかの項において、さらに加えて、前記制御手段が帰還制御ループを備えている場合、該帰還制御ループの機能を停止させる帰還停止手段を有する。本請求項の帰還制御ループとは、例えば図 1 の 16, 18, 20, 22, 24 に相当する。

## 【0012】

請求項 5 に係る本発明は、請求項 4 において、さらに加えて、前記帰還停止手段により前記帰還制御ループの機能を停止させた状態にて、電源投入後の角度領域判定を行う領域判定手段を有する。

## 【0013】

請求項 6 に係る本発明は、請求項 5 において、前記領域判定手段は、角度領域の判定を行うに際して、各信号成分の絶対値、符号の正負、符号の排他的論理和を用いる。

## 【0014】

請求項7に係る本発明は、請求項1～6のいずれかの項において、さらに加えて、磁場との相対角度に応じて、検出された方向成分の符号を反転させる符号反転手段と、前記一定に制御する信号成分を切り替える手段と、を有する。

## 【0015】

請求項8に係る本発明は、請求項1において、さらに加えて、前記第1の磁気センサ部または前記第2の磁気センサ部により検出された方向成分の入力にตอบสนองして、所定クロックの計数を開始する計数手段と、前記計数手段の計数値を、予め定めた変換値に変換する第1の変換手段と、前記計数を開始させた前記方向成分と前記変換値とを比較して、前記変換値が前記方向成分に達したとき、前記計数手段による計数動作を停止させる計数停止手段と、停止した前記計数手段による計数結果を角度情報に変換する第2の変換手段と、を有する。

## 【0016】

請求項9に係る本発明は、請求項8において、前記第2の変換手段は、前記角度情報を得るための所定の補間処理、および／または、オフセット角度値の加算処理を行う。

## 【0017】

請求項10に係る本発明は、請求項1～9のいずれかの項において、さらに加えて、角度に依存する信号を角度に対して直線的に変化する複数の角度領域に分割し、その領域を判定する判定手段を備え、角度の抽出を、近似直線の傾きの調節と、オフセット加算による一次変換により行う。

## 【0018】

請求項11に係る本発明は、請求項1～10に記載の角度検出装置を、半導体基板上に形成したものである。

## 【0019】

請求項12に係る本発明は、請求項11において、回転する永久磁石の近傍に当該半導体装置を設置し、該永久磁石の回転角度を検出する。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明していく。



## 【0021】

図1は、本発明を適用した角度検出装置の主要部分を示した回路図である。本図において、HEはホール素子であり、磁気センサとして用いる。磁場のX方向成分およびY方向成分を検出するため、少なくとも2対のホール素子が必要である。本実施の形態では、X方向成分を検出するために4個、Y方向成分を検出するために4個のホール素子を備えている。

## 【0022】

これらのホール素子HEは、図2に示すように、円形の磁気収束板MCの周辺端下部に配置してある。なお、磁気収束板MCの機能については、米国特許第5,942,895号にも記載されているので、ここでの説明は省略する。

## 【0023】

再び図1に戻り、ホール素子の出力切り替えについて説明する。

8個のホール素子HEから得られた各組の検出出力は、XY切り替え部2において、時分割的に順次選択される。すなわち、このXY切り替え部2では、各組のホール素子からの出力信号を、交互に切り替えながらサンプルしていく。ホール素子HEから得られた検出信号Xは、磁場との相対角度に対応したコサイン成分を、検出信号Yは、磁場との相対角度に対応したサイン成分を表している。一般的には、X検出信号およびY検出信号毎に一つずつアンプと復調回路（P-P検出部）を装備すればよいことになるが、これではチップ面積の増大を招いてしまう。そこで、本実施の形態では、これらの検出信号X、Yを交互にサンプルする構成を採っている。

## 【0024】

具体的には、X検出信号を得るためのホール素子、Y検出信号を得るためのホール素子を交互に切り替えてドライブする。そこでXY切り替え部2では、図3に示すように、第1相用のクロックおよび第2相用のクロックを用いて、ホール素子の選択を行っている。これら2相のクロックを用いる理由は、ホール素子の検出信号に重畳されているオフセットDC成分を相殺するためである。その詳細については、次段の変調・駆動部4に関連して説明する。

## 【0025】

変調・駆動部 4 では、X 検出信号および Y 検出信号を得るためのバイアス方向切り替え、および、信号取り出し方向の切り替えを行う。この手法は、いわゆるチョッパ方式、あるいはスピニングカレントメソッドとして知られている。図 4 は、このスピニングカレントメソッドを用いて、ホール素子を 2 相駆動する態様を説明している。この図 4 に示すようにホール素子 H E のバイアス方向を変化させることで、ホール素子のオフセットをキャンセルするものである。

【 0 0 2 6 】

なお、ここで注意すべき点は、図 3 に示した第 1 相と 2 相において、後段の 4 入力加算型アンプ 6 ( D D A : Differential Difference Amplifier ) に入力する信号の極性を反転していることである。この符号反転処理により、 D D A 6 側から見たホール素子 H E の検出信号は、図 4 ( B ) の如く、 A C 的に切り替わる矩形波となる。つまり、 D C 成分として入力されたホール電圧は、この符号反転処理により A C 信号へと変調 ( 変換 ) される。この信号処理は、 X 検出信号および Y 検出信号の両方について全く同じように行われる。

【 0 0 2 7 】

図 5 は、変調・駆動部 4 を介して、 X 検出信号を得るためのホール素子と、 Y 検出信号を得るためのホール素子を如何にドライブするかについて、模式的に描いた説明図である。本図から明らかなように、演算増幅器 ( 以下、 O P アンプという ) の加算入力点 ( 反転入力端 ) には、基準電圧  $V_{ref}$  と X 成分 ( または、 Y 成分 ) が印加されていることから、  $V_{ref} + X$  ( または  $V_{ref} + Y$  ) が仮想接地点 ( 非反転入力端 ) の電位 ( アナロググランド ) と等しくなるように動作する。また、図 1 から明らかなように、この X 成分 ( または、 Y 成分 ) は帰還された電圧であるので、 X 成分 ( または、 Y 成分 ) は一定値となるように帰還制御されることになる。さらに、本実施の形態では、帰還制御された一方の X 成分 ( または、 Y 成分 ) を得るためのホール素子ドライブ電圧が、帰還制御されていない他方の Y 成分 ( または、 X 成分 ) を得るための Y 検出用ホール素子 ( または、 X 検出用ホール素子 ) に印加されている。この点は、本実施の形態にとって非常に重要な点であるが、その意義については後に詳述する。

【 0 0 2 8 】

再び、図1に戻り、DDA (Differential Difference Amplifier) 6について説明する。このDDA 6は、入力電圧の加算をとり、増幅する機能を果たす。本実施の形態では、既述の通り、X成分、Y成分用にそれぞれ4つのホール素子があるので、それら4つの検出出力を加算して、既定の増幅率で増幅する。従って、DDA 6から出力される信号は、図4 (B) の下方に示した第2相の入力終了時における波形を、 $4 \times$  [設定増幅率] で増幅した信号となる。このとき、ホール素子の検出信号に重畳されているオフセット電圧成分は、両方の相について、同じ値で乗ってくることになる。図6は、このオフセット電圧を模式的に示したものであり、図中では、一点鎖線で描いてある。

## 【0029】

P-P (ピークーピーク) 検出部8は、上述した第1相信号のピーク値と、第2相信号のピーク値を検出し、それらピーク値間の値を求める回路である。すなわちP-P検出部8では、第1相信号のピーク値と、第2相信号のピーク値の減算をとることで、互いに逆相でサンプルされ、AC信号に変調(変換)されたセンサ検出信号を復調する。さらに詳述すると、第1相の信号は、P-P検出部8のキャパシタ(図示せず)に保持されており、第2相の信号入力と同時に減算される。ここで重要なことは、減算処理を実行することにより、同じ値で乗ってきたオフセットをキャンセルすることができることである。また、減算をすることで、信号成分は2倍に増幅される。

## 【0030】

P-P検出部8から出力された信号はサンプルアンドホールド(S/H)部10, 12に取り込まれ、保持される。ここで、S/H部10は復調されたX成分を、S/H部12は復調されたY成分を保持する。図7に示す通り、サンプルアンドホールドされた信号は階段状となるので、後段処理回路14に含まれるフィルタ(図示せず)を用いて平滑処理することにより、破線で示すスムージング波形が得られる。なお、P-P検出部8は、正転信号および反転信号の両方を出力可能であるので、符号ビットによってS/H部10, 12に取り込まれる信号の符号を切り替えることが可能である。

## 【0031】

P-P検出部8から時系列的に出力されたX成分、Y成分は、もう一つのS/H部16にも入力される。このS/H部16は、保持成分指定回路18からの制御出力に応じて、X成分、Y成分のいずれか一方の成分のみを保持する。すなわち、外部からX、Y指定入力部20に保持成分指定信号を入力することにより、保持成分指定回路18は、X成分またはY成分を保持するための制御出力を供給する。

## 【0032】

S/H部16から出力されたX成分（またはY成分）は、図5を参照して先に説明したように、抵抗R1を介してOPアンプ22の加算入力点（反転入力端）に印加される。その結果、帰還制御ループの機能により、X成分（またはY成分）が一定値になるよう制御される。なお、このOPアンプ22には、抵抗R2およびキャパシタCの直列接続からなる帰還回路（PIレギュレータ）が含まれているが、その理由は、帰還制御がサンプルパルスに同期した離散系で行われるため、発信等の不都合を回避するために積分機能をもたせたものである。

## 【0033】

いま、X成分が一定になるようX方向のホール素子を駆動した場合について、本実施の形態による角度検出原理を概説する。

## 【0034】

X成分を検出するホール素子から出力される電圧 $V_x$ 、および、Y成分を検出するホール素子から出力される電圧 $V_y$ は、それぞれ、

$$V_x = k \cdot I_x \cdot B \cos \theta \quad \dots (1)$$

$$V_y = k \cdot I_y \cdot B \sin \theta \quad \dots (2)$$

で表される。ここで、 $k$ は比例定数、 $I$ は電流、 $B$ は磁束密度、 $\theta$ は磁場とホール素子のなす角度である。

## 【0035】

そして、図5において説明した通り、Y方向のホール素子HE(Y)にも同じドライブ電圧が供給されており、且つ、いずれのホール素子も同一シリコン基板上に形成された微小素子であることを考えると、 $I_x = I_y$ とすることが可能である。

【0036】

したがって、(1)式および(2)式より、

$$\begin{aligned} V_y / V_x &= (k \cdot I_y \cdot B \sin \theta) / (k \cdot I_x \cdot B \cos \theta) \\ &= \sin \theta / \cos \theta \\ &= \tan \theta \end{aligned}$$

となる。換言すると、本実施の形態によれば、個別的な演算処理を施して $\sin \theta$ および $\cos \theta$ を求め、さらに、 $\tan \theta$ を求めるといったことを行うことなく、S/H部10に保持されたX成分、および、S/H部12に保持されたY成分から直ちに $\tan \theta$ を求めることが可能となる。このアナログ除算( $V_y / V_x$ )は、後段処理回路14において実行すればよい。

【0037】

図8は、8個のホール素子(図2参照)を用いた場合にも、上述した $\tan \theta$ 検出原理が適用できることを示した図である。この図8は、例えば、感度を向上させるために、X-Yそれぞれ4個(合計8個)のホール素子を用いる場合を示している。本図中、ホール素子は、厳密にはX(またはY)軸上ではなく、少しずれた位置に配置されている。中心から、ホール素子の中心に向かって引いた直線は、軸に対して微小角 $d$ をもって配置されている。例えば、Xのホール素子について言えば、軸対象に $\pm d$ の角度をもって素子が配置されたとき、それぞれの素子は $\cos(\theta + d)$ 、 $\cos(\theta - d)$ に比例した信号を出力する。これら4つの信号成分を、DDA6を用いて加算すれば、X出力の合計は、

$$KIB \cdot [\cos(\theta + d) + \cos(\theta - d)]$$

となる。これを、レギュレータを用いて、一定電 $V_{REF}$ にレギュレートすれば、

$$V_{REF} = KIB \cdot [\cos(\theta + d) + \cos(\theta - d)]$$

$$= 2KIB \cos \theta \cos d$$

$$\therefore KIB = V_{REF} / (\cos \theta \cos d)$$

となる。一方、Yの素子については、同様に、DDA6を用いて加算すれば、

$$KIB \cdot [\sin(\theta + d) + \sin(\theta - d)]$$

$$= 2KIB \sin \theta \cos d$$

$$= V_{REF} (\sin \theta \cos d) / (\cos \theta \cos d)$$

$$=VREF \tan \theta$$

となる。実質的に、各ホール素子出力の和を一定に保ちつつ、他のホール素子の出力を見れば、微小角成分  $d$  はキャンセルされ、出力には影響しない。

【0038】

なお、本願の制御手段は、PIレギュレータを例にしたが、PIレギュレータに限定されるものでなく、他のレギュレータも使用可能である（PIDレギュレータ等）。

【0039】

図9は、ホール素子による検出角度の範囲拡張処理について説明した図である。すなわち図9は、検出角度範囲を360度に拡張する方法を示している。一定にレギュレートする信号を、XからY、あるいはYからXに切り替えることにより、その出力は $\tan \theta$ から $\cot \theta$ 、あるいはその逆へと切り替えることが可能である。本来、 $\tan \theta$ は、角度範囲90度に近づくにつれて大きくなり、アンプの出力を振り切ってしまう。この問題を避けつつ、90度に近い角度範囲を検出するには、 $\tan \theta$ の逆数である $\cot \theta$ を用いることが簡便である。

【0040】

そこで、図9に示す角度検出範囲拡張方法を、時系列的に説明していく。

まず、角度範囲が0～45度の範囲では、角度検出の出力は $\tan \theta$ を用いる。角度が増加し、 $\theta = 45$ 度になったところで、角度検出の出力を $\tan \rightarrow \cot$ にスイッチする。具体的には、レギュレートする信号を $X \rightarrow Y$ へと切り替える。その後、角度が増して135度になったところで、また、角度検出の出力を $\cot \rightarrow \tan$ へと切り替える。

【0041】

しかし、ここで注意が必要な点は、符号の取り扱いである。符号を変えることなく、Xの信号を $\cot$ からレギュレート信号に切り替えると、信号が $-VREF \rightarrow VREF$ へと大きく変化するため、不安定な状態を作り出してしまう上、状態が安定するまでに時間がかかってしまう（セトリング時間）。この問題を避けるために、レギュレートする信号の符号を切り替える。これによって、不安定な遷移状態を最小限にしつつ、安定した角度検出を可能にする。同様な符号切り替えは、3

15度の点においても行われる。

#### 【0042】

このように、ある判定条件を用いつつ、 $\tan$ 、 $\cot$ 符号を切り替えつつ角度検出範囲を拡張するのが本実施の形態である。この判定条件としては、 $\tan$ 、 $\cot$ 切り替えについては、例えばその絶対値の大小関係を判定する。また、符号に関しては、基準電圧（アナロググランドAGND）との絶対値の大小判定を用いることができる。

#### 【0043】

図10は、電源投入後において角度領域判定を行う場合に、帰還制御解除を行う場合のスイッチSWを示した図である。本図に示す回路は、電源投入後における角度の位置情報を求めるための回路である。これまで説明してきた回路構成（図1～図9）は、PIレギュレータ24を用いて一方の出力を一定に保持することと、角度領域を判定しつつ角度範囲を拡張することを特徴としているが、電源投入後は、その角度領域を判定できないという欠点を有する。この欠点を補うのが、図10の回路である。

#### 【0044】

図10において、電源投入後、ある一定の期間は、スイッチSWが閉じた状態になるように本回路、およびそのコントロール回路を設計しておく。この場合、PIレギュレータ24は、単純なAGND（アナロググランド）を出力電圧とするボルテージフォロアとなる。従って、ホール素子はアナロググランド電圧AGNDでドライブされ、角度に対しては $\sin$ 、 $\cos$ に対応した出力が得られる。この状態で、同様な角度領域判定（絶対値比較、符号判定）を行い、電源投入後の位置を判定し、その位置情報に基づく符号、モード（ $\tan$ 、 $\cot$ ）を決定し、フリップフロップなどの2進記憶装置にロードする。その後、スイッチSWをオープンし、この位置情報を用いながら、通常のPIレギュレータモードに移行する。

#### 【0045】

図11は、後段処理回路14（図1参照）に含まれる角度演算処理回路の一例を示したブロック図である。すなわち図11は、角度検出部から出力された信号から、角度に応じた電圧出力を得るための回路である。具体的には、角度検出部

から出力される信号は $\tan(\cot)$ であるから、この回路は実質的にはアークタンジェントの演算を行う。

#### 【0046】

図11に示した回路の動作は、次の通りである。

角度検出部から出力された信号 $\tan$ は、S/H（サンプル／ホールド）部50によって標本化・保持され、比較回路（Comp）52の入力信号となる。その後続くANDゲート54は、比較回路52の出力信号がHi（VDD：電源電圧）のとき、クロックCLKの値をそのまま出力し、Low（GND）のときには“0”を出力する。従って、比較回路52の出力信号がLowのときには、カウンタ56の計数クロックCLKは“0”となり、カウンタ56はカウントをストップする。比較回路52のもう一方の入力端には、カウンタ56の出力値をタンジェントロジック58に入力し更にD/Aコンバータを介することにより得たアナログ電圧が入力される。タンジェントロジック58の役割は、カウンタ46のデジタル出力を用いて、 $\tan$ に対応するデジタル値を発生させる回路である。これは特に論理回路に限らず、不揮発性メモリ（EEPROM, FRAM, MRAM）を用いたテーブル参照方式で行っても構わない。

#### 【0047】

カウンタ56、タンジェントロジック58、D/Aコンバータ60のフィードバックは、比較回路52の入力の大小関係が反転するまで繰り返され、大小関係が一致、あるいは反転した時点でカウンタ56へのクロック入力CLKはストップし、カウンタ56はカウントをストップする。すなわち、カウンタのデジタル値は角度 $\theta$ を表し、D/Aコンバータ60からの出力は $\tan$ を表すことになる。入力され、保持された $\tan$ 値と一致あるいは最も近い値となったときのカウンタ56のデジタル値は、角度そのものを表している。これをシフトレジスタ62にロードし、D/Aコンバータ64にてアナログ値に変換することにより、角度に対応したアナログ電圧を得ることができる。

#### 【0048】

ただし、図9に示した角度判定の性質上、この変換だけでは、得られる角度情報は不十分である。例えば、22.5度と157.5度は、同じアナログ出力電



圧になってしまうからである。この問題を避けるには、角度領域に応じて、オフセット電圧を加算することが必要になってくる。より具体的に述べると、例えば、第1象限ではオフセット電圧は0 V、第3象限ではオフセット電圧は2.5 Vといったように、象限ごとにオフセット電圧を変化させて加算すれば、完全な角度判定が可能になる。象限の判定は、例えば、0～360度の角度領域を45度おきの8つの領域に分割し、それぞれの領域における、Xの符号、X、Yの符号の排他的論理和（一致、不一致の判定）、絶対値の大小（tan またはcot）を判定することで一義に決めることができる。

## 【0049】

図12は、角度範囲0～45度の範囲におけるタンジェントの出力カーブを示している。このタンジェントカーブを、図12に示すように3つの領域に分割し、直線で近似すると、非常に高精度な近似ができることを見出した。直線的に近似されたタンジェントカーブは、3つの直線方程式で記述される。この場合、図13（A）から図13（B）への変換は、アークタンジェントのような非線形な関数変換ではなく、直線から直線への一次変換で実現できる。

## 【0050】

例えば、タンジェント近似直線で、Area 2の直線の方程式が、タンジェント＝ $A \cdot \theta + B$ 、角度電圧直線の方程式が $C \cdot \theta + D$ とすれば、タンジェント出力の傾きAと、切片（オフセット）Bをアナログ的に調節し、C、Dに合わせ込めば、アークタンジェント変換を行ったことと等価になる。

## 【0051】

さらに具体的には、AからCへの傾きの変換は、負帰還増幅回路の増幅率を可変にすることで実現可能である。これは、不揮発性メモリを用いたプログラマブル増幅回路でも実現可能である他、外付け抵抗によるトリミングでも可能である。また、BからDへの切片の合わせ込みは、抵抗ラダーを用いた可変型ポテンシオメータを用いることができる。

## 【0052】

また、タンジェントの直線近似における領域（Area）の判定には、参照電圧の発生回路を、比較回路とともに使用するのが有効である。具体的に述べると、図

13 (A)において、参照電圧 $V_1$ 、 $V_2$ を発生させる回路を設け、これら参照電圧とタンジェント出力を比較する。例えば、2つの比較回路を用いることにより、以下のようなコードを発生させることができる。

## 【0053】

タンジェント出力 $\leq V_1$

Code (0:0)

(比較回路1の出力：比較回路2の出力)

$V_1 \leq$ タンジェント出力 $\leq V_2$

Code(0:1)

タンジェント出力 $\geq V_2$

Code(1:1)

上記のコードによって領域を一義に定義することができる。

## 【0054】

角度領域の拡張には、図9で述べたの方法を用いることが可能である。コタンジェントの領域では、同様に45度の範囲を3つのAreaに分割し、一次変換を行う。この際、直線の傾きは負であるから反転増幅回路を用い、直線の傾きを反転させる。切片の合わせ込みに関しては、可変ポテンショメータで実現できる。この直線に、角度領域に相応のオフセット電圧を加算すれば、360度への角度範囲の拡張が原理的には可能である。しかし、回路規模の縮小化、補正アルゴリズムの簡素化という観点から見ると、この方法は、角度範囲が小さい用途（例えば0～90度）に対してより一層好適である。

## 【0055】

図14は、本発明を適用した角度検出部におけるコアの一例である。本図では、Si基板上に、信号処理回路とともに形成されたホール素子上に、円形の磁性体材料からなるディスク（磁気収束板）を貼り付ける。ここで、本図（A）は、このコアの様子と、このコアの好適な磁石の形状を示している。また本図（B）は、その時の磁力線の分布を模式的に示している。右から入力された横方向の磁力線は、磁気収束板によって収束され、増幅されると同時に、垂直方向の磁場に変換される。この磁場の方向は、S側のホール素子とN側のホール素子で逆の方向となる。DDAに入力信号を供給する際は、極性を逆にするよう注意を要する。一例では、200ミクロン $\phi$ の磁気収束板で、約2倍の増幅率を得ることが可能である。

【0056】

【発明の効果】

以上説明した通り、本発明によれば、簡易な回路構成にも拘わらず、正確な角度検出を可能とした角度検出装置および半導体装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を適用した角度検出装置の主要部分を示す回路図である。

【図2】

本実施の形態で用いる磁気収束板とホール素子との位置関係を示す説明図である。

【図3】

図1に示したXY切り替え部2の動作を説明するための波形図である。

【図4】

図1に示した変調・駆動部4の動作を示す説明図である。

【図5】

図1に示した変調・駆動部4を介して、X検出信号を得るためのホール素子と、Y検出信号を得るためのホール素子を如何にドライブするかについて、模式的に描いた説明図である。

【図6】

ホール素子の検出信号に重畳されているオフセット電圧を模式的に示した図である。

【図7】

P-P検出後のサンプル/ホールド信号を示す説明図である。

【図8】

8個のホール素子を用いた場合における $\tan \theta$ 検出原理を示す説明図である。

【図9】

ホール素子による検出角度の範囲拡張処理について説明した図である。

【図10】

電源投入後において角度領域判定を行う場合に、帰還制御解除を行う場合の

イッチ SW を示した図である。

【図 1 1】

後段処理回路 1 4 (図 1 参照) に含まれる角度演算処理回路の一例を示したブロック図である。

【図 1 2】

0 ~ 4 5 度の角度範囲におけるタンジェントの出力カーブを示す図である。

【図 1 3】

本実施の形態における一次変換処理の説明図である。

【図 1 4】

本発明を適用した角度検出部におけるコアの一例を示す模式図である。

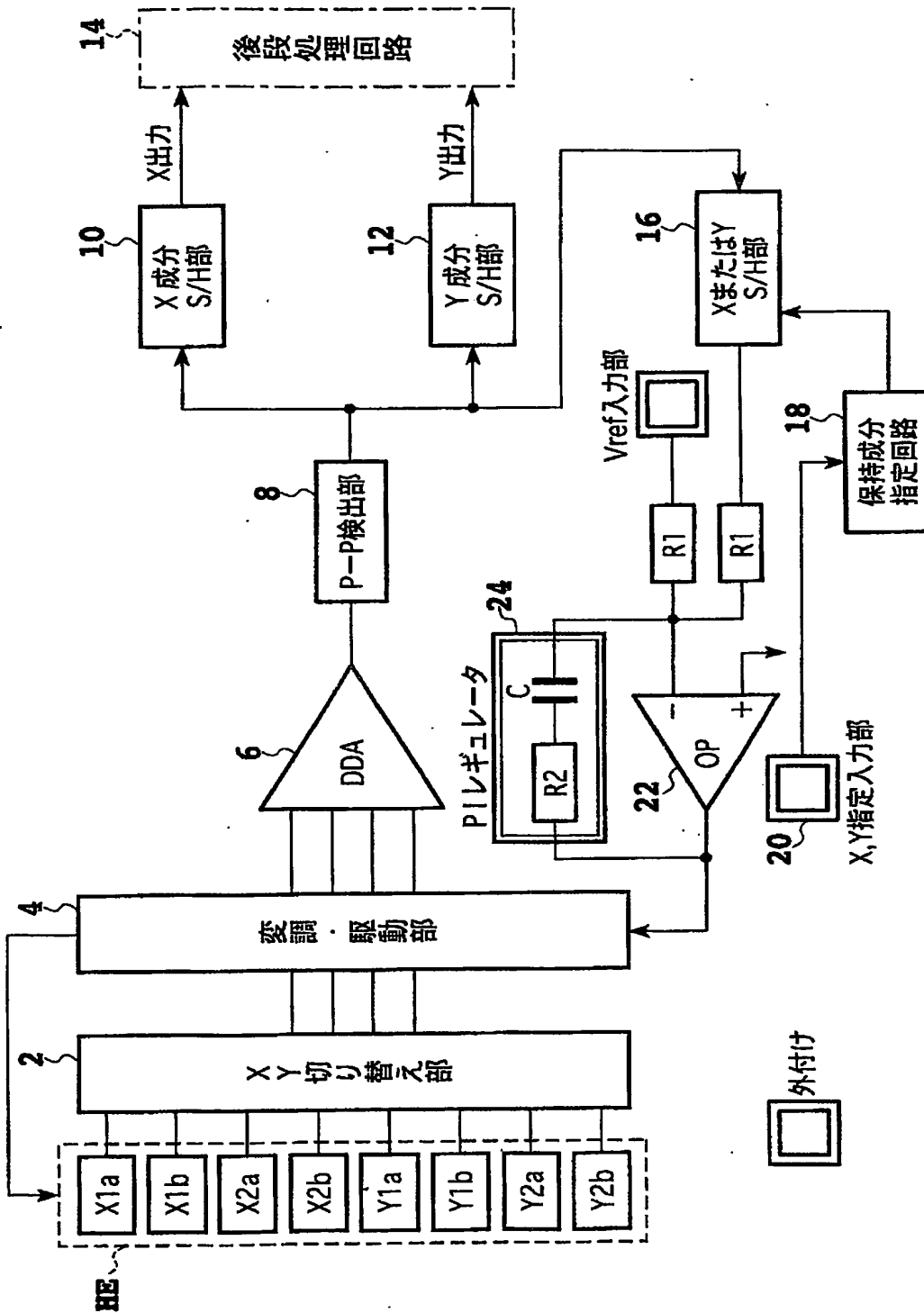
【符号の説明】

HE	ホール素子
2	XY 切り替え部
4	変調・駆動部
6	DDA
8	P-P 検出部
10, 12	S/H 部
14	後段処理回路
16	S/H 部
18	保持成分指定回路
20	X, Y 指定入力部
22	演算増幅器

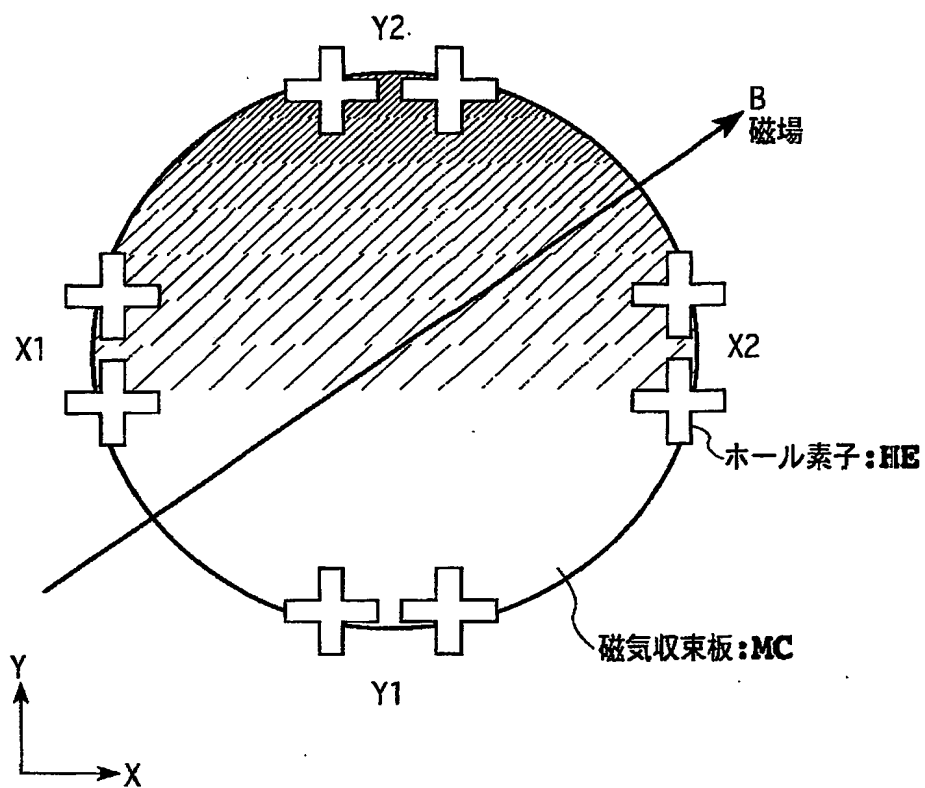
【書類名】

図面

【図 1】

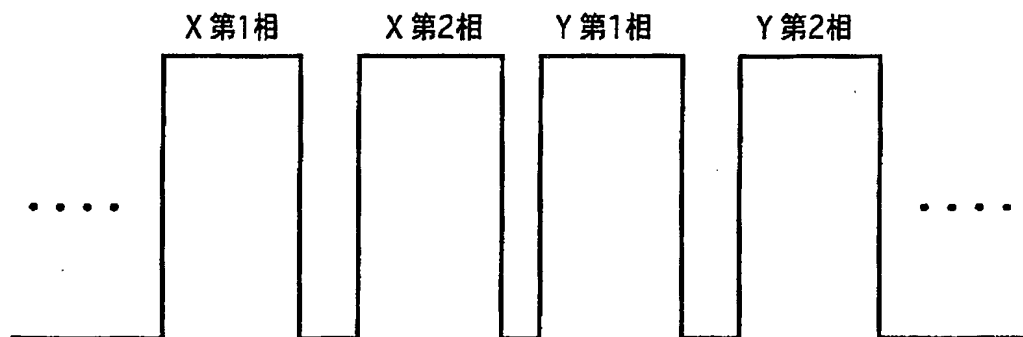


【図 2】

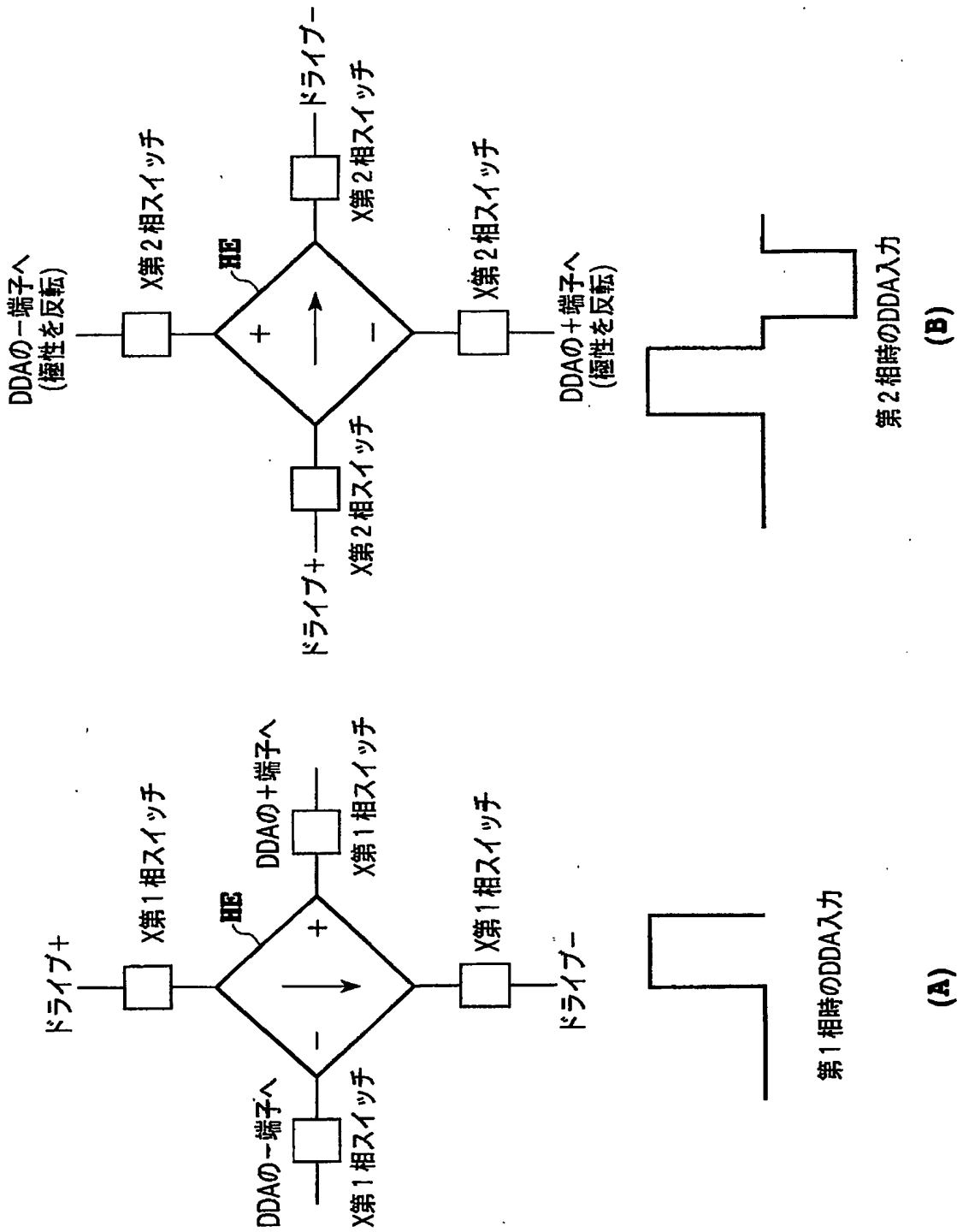


【図 3】

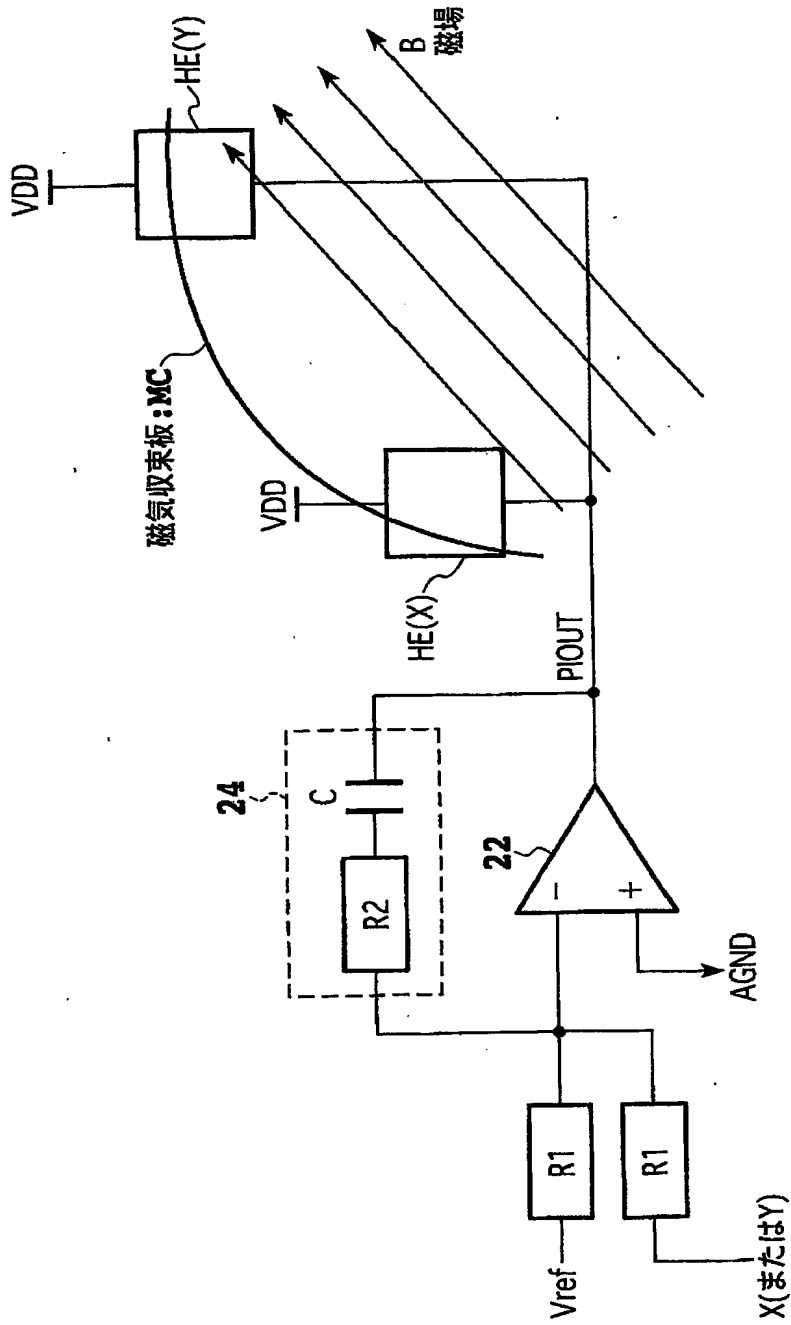
XY切り替え部 2



【図 4】

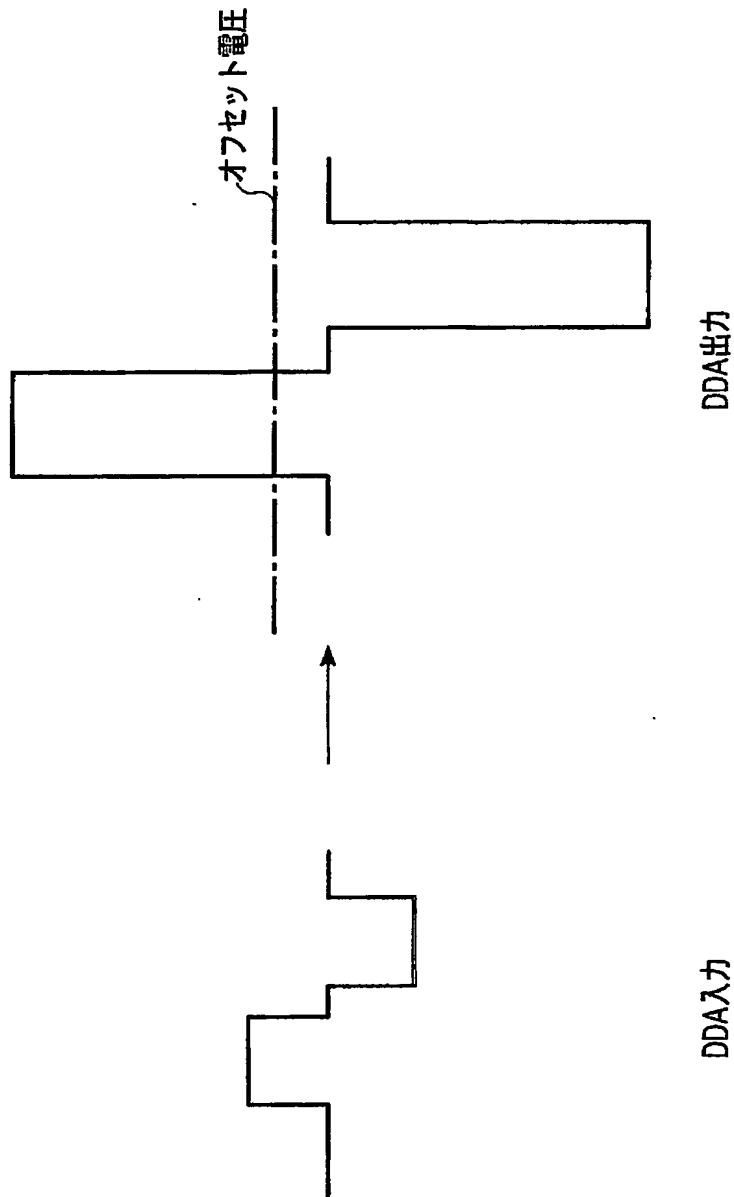


【図 5】

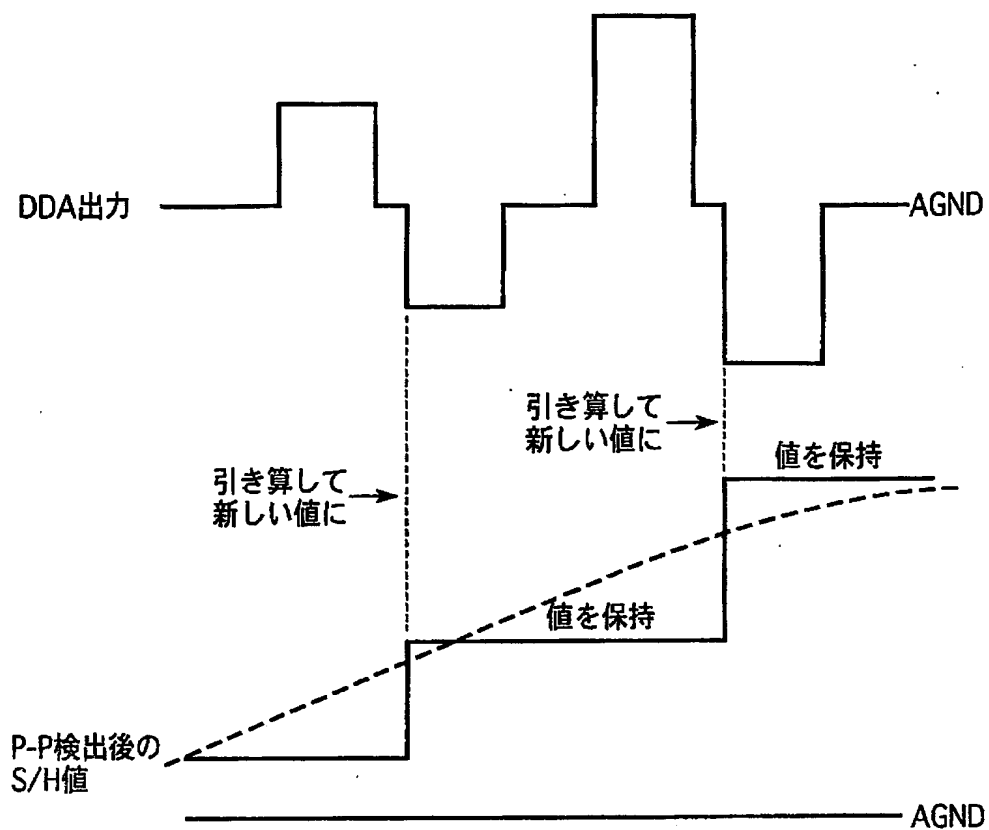




【図 6】



【図 7】



タンジェント値の検出原理

【図 8】

There are two component (a+d) and (a-d)  
If  $Y(a+d) + Y(a-d)$  is controlled to be constant,

For Y component

$$V_{ref} = K I B [\cos(a+d) + \cos(a-d)]$$

$$V_{ref} = 2K I B \cos(a) \cos(d)$$

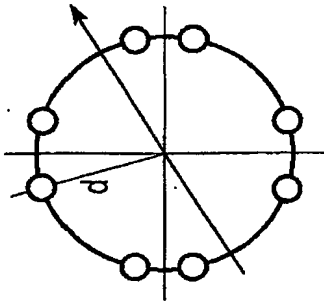
$$I B = V_{ref} / \cos(a) \cos(d) 2K$$

For X component

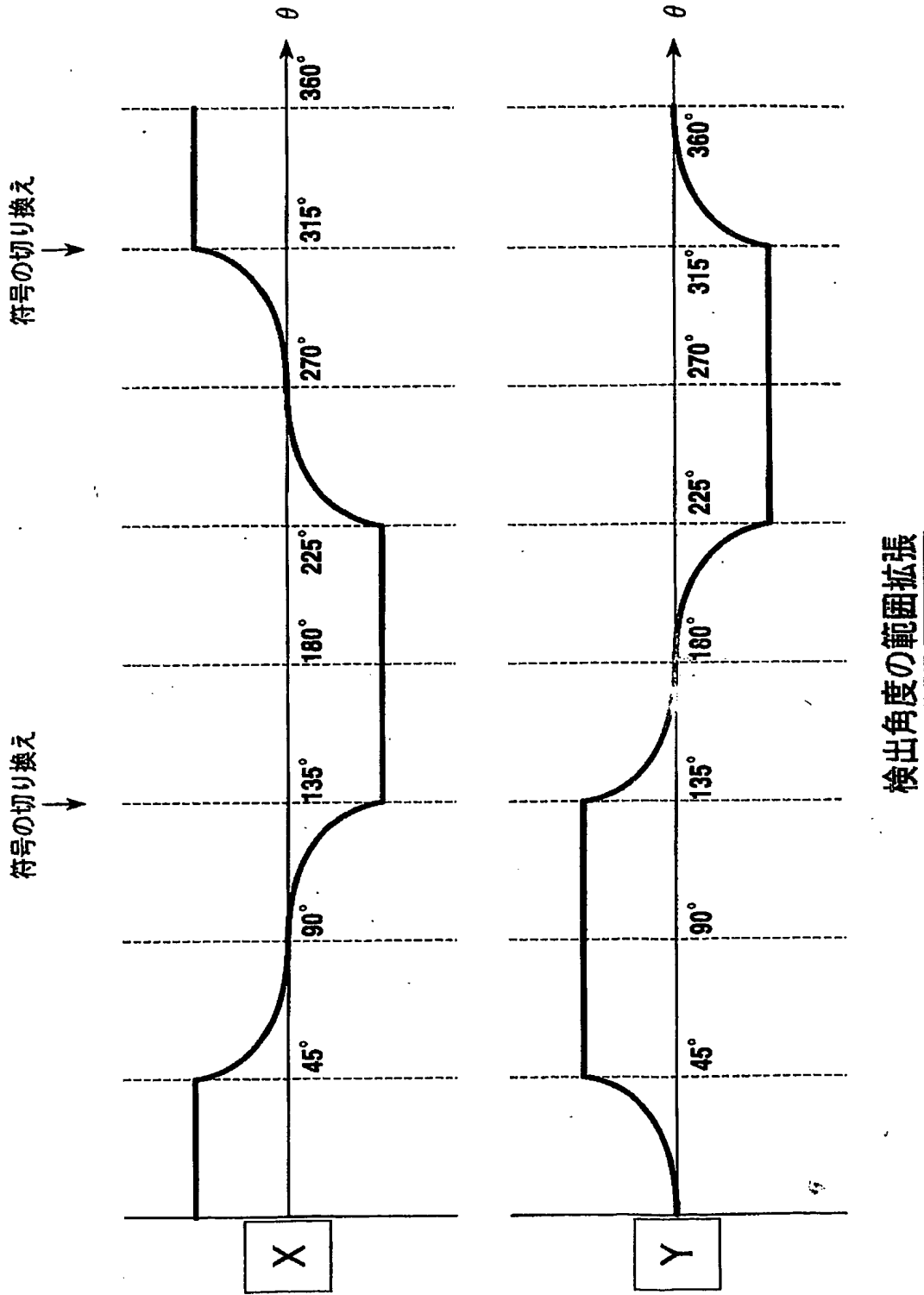
$$Out = X(a+d) + X(a-d) = K I B [\sin(a+d) + \sin(a-d)]$$

$$= 2K I B \sin(a) \cos(d)$$

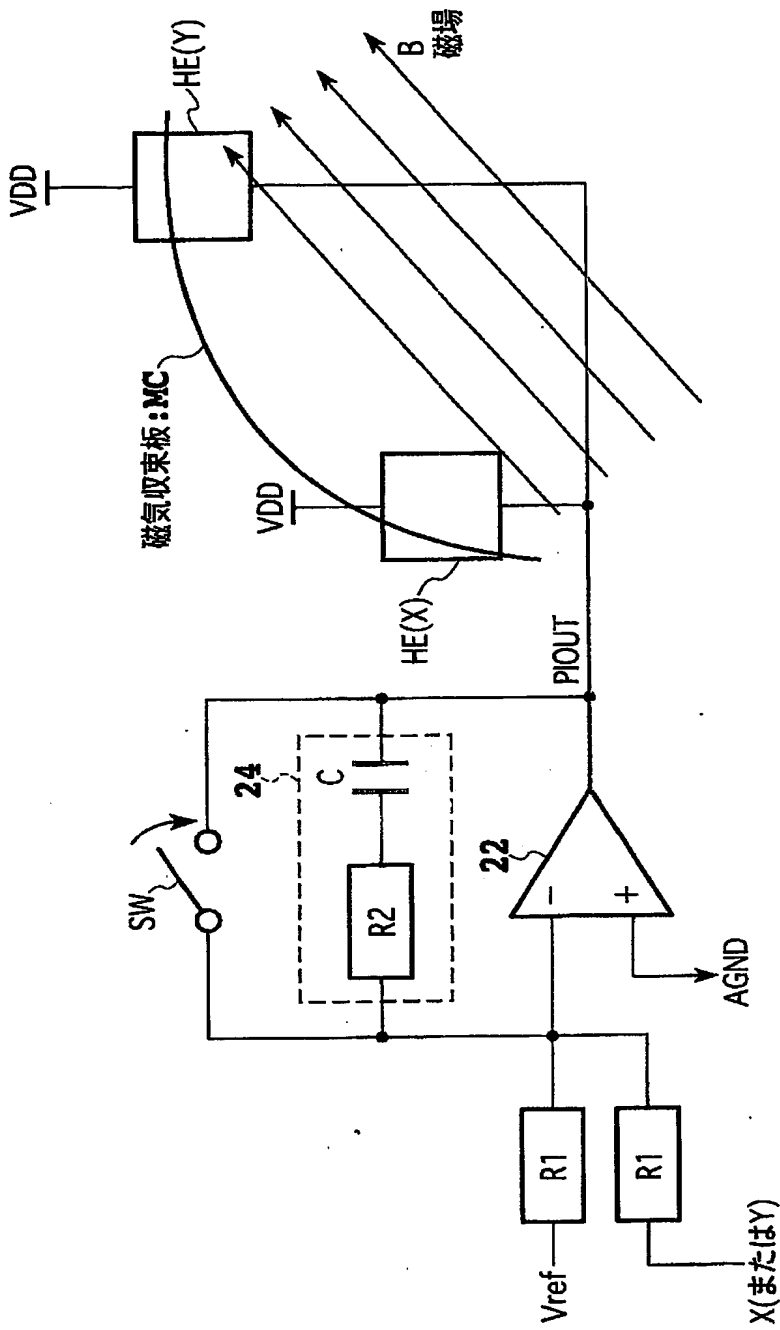
$$= V_{ref} \tan(a)$$



【図9】

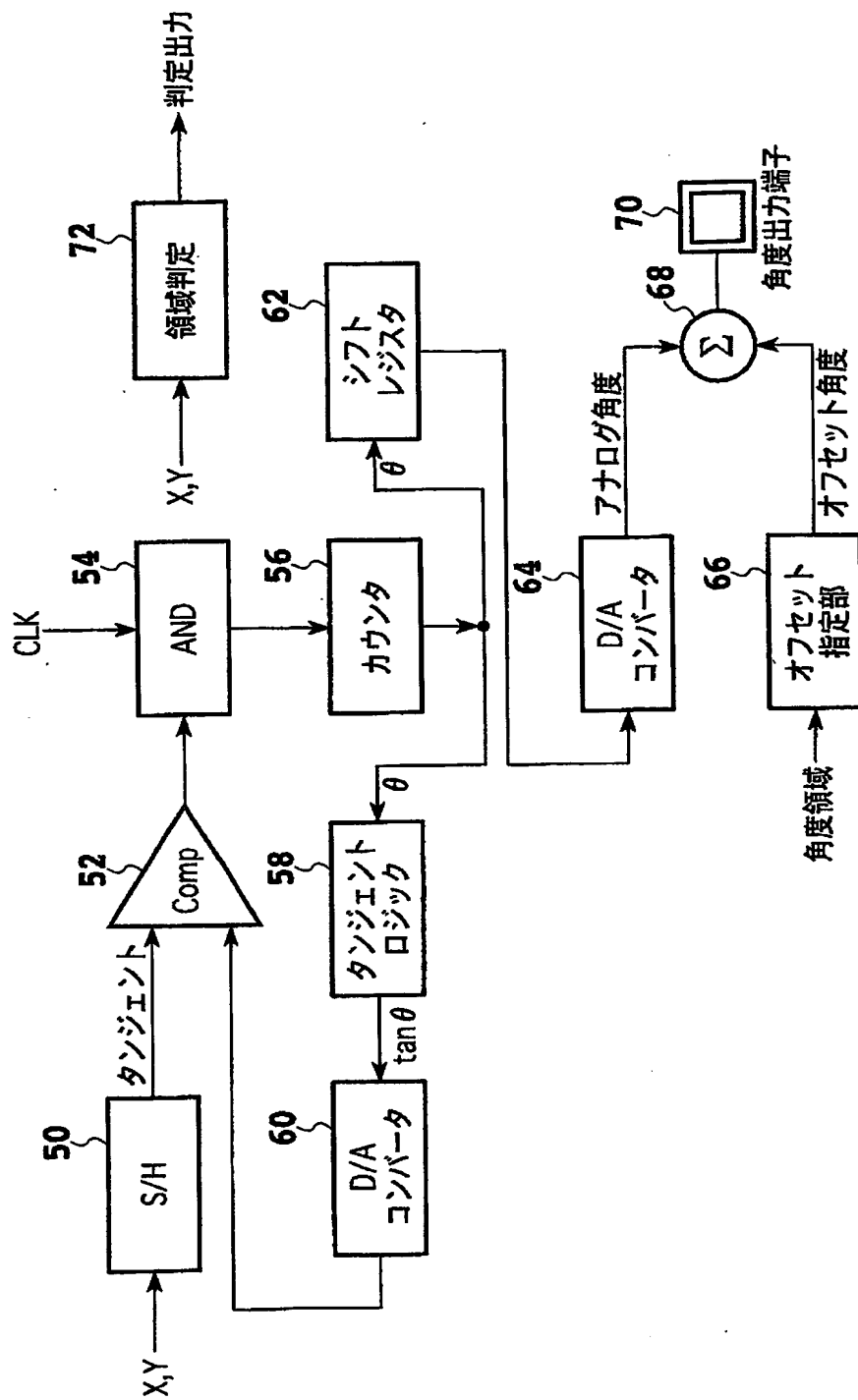


【図10】

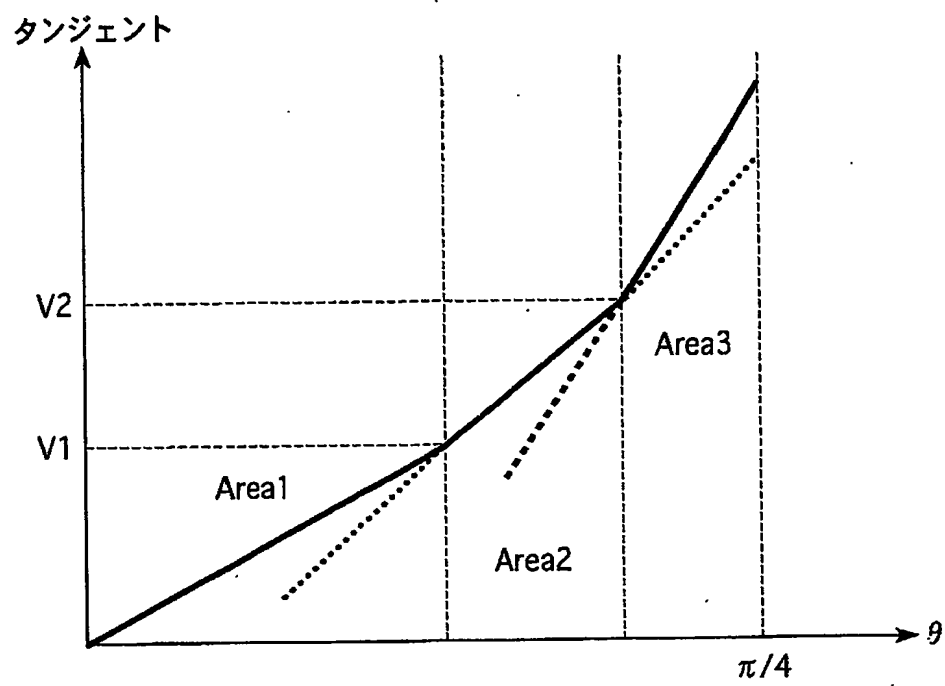


電源投入後における角度領域判定

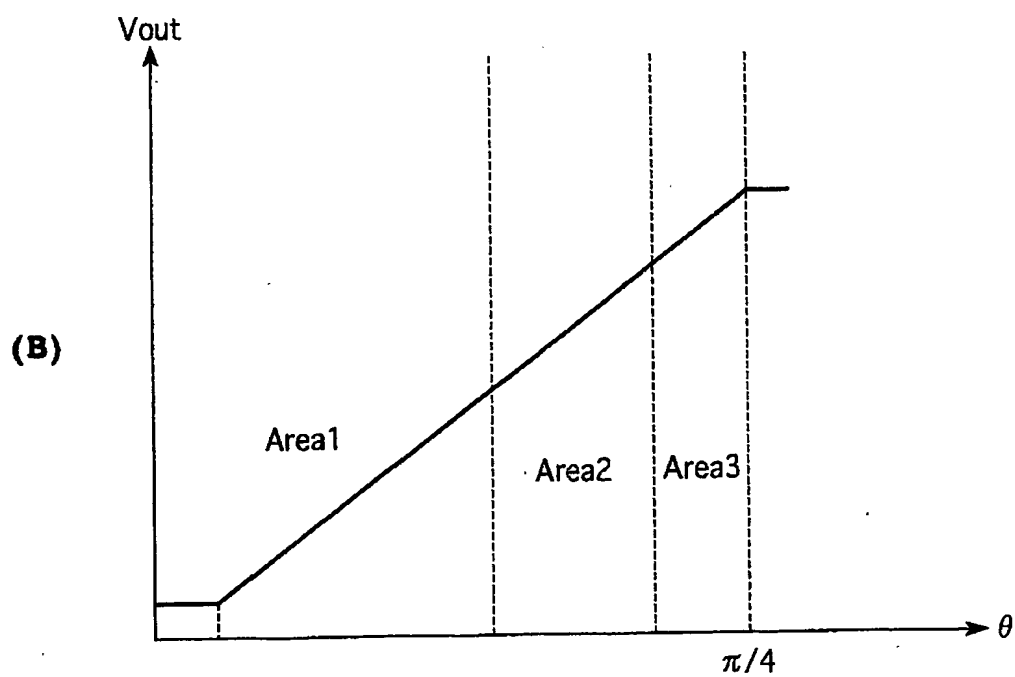
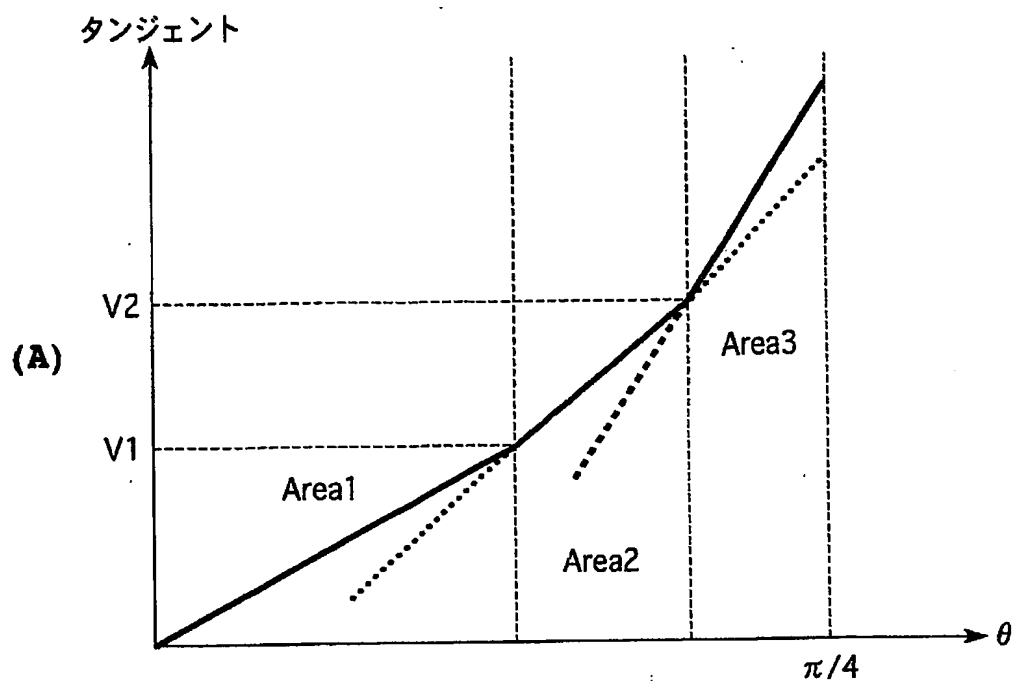
【図 11】



【図 12】

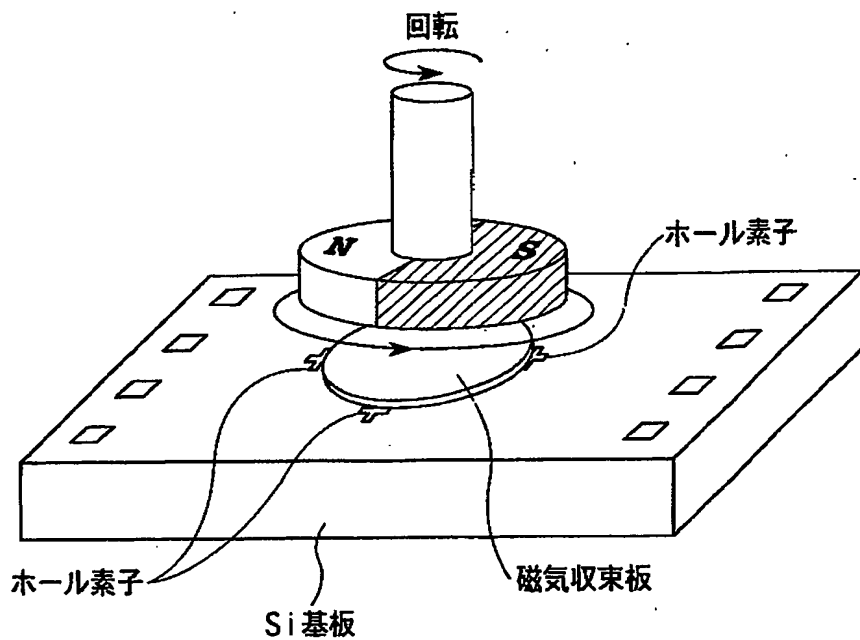


【図13】

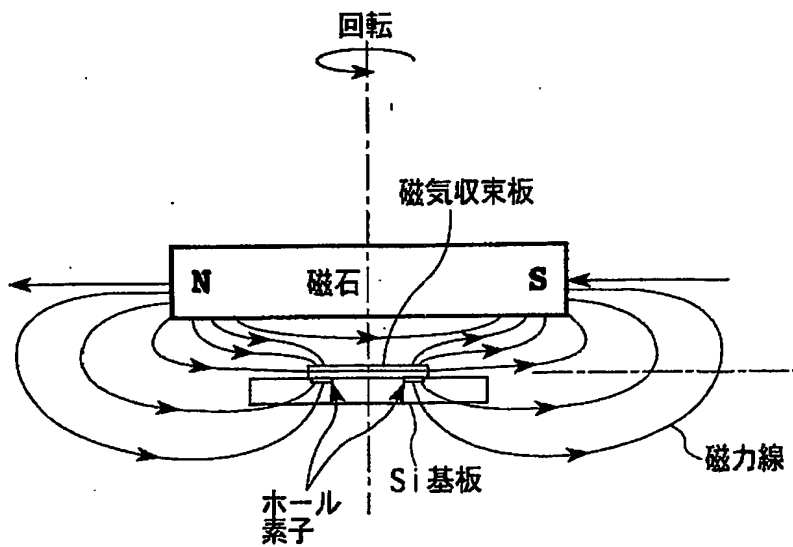




【図14】



(A)



(B)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡易な回路構成にも拘わらず、正確な角度検出を可能とした角度検出装置および半導体装置を提供する。

【解決手段】 HEはホール素子、2はXY切り替え部、4は変調・駆動部、6はDDA、8はP-P検出部、10および12はS/H部、14は後段処理回路、16はS/H部、18は保持成分指定回路、20はX、Y指定入力部、22は演算増幅器である。本回路によれば、個別的な演算処理を施して $\sin \theta$ および $\cos \theta$ を求め、さらに、 $\tan \theta$ を求めるといったことを行うことなく、S/H部10に保持されたX成分、および、S/H部12に保持されたY成分から直ちに $\tan \theta$ を求めることが可能となる。このアナログ除算( $V_y/V_x$ )は、後段処理回路14において実行すればよい。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-081955
受付番号	50200407446
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 3月25日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000000033
【住所又は居所】	大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号
【氏名又は名称】	旭化成株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	500539479
【住所又は居所】	スイス・CH-6300・ツーク・バーラーシュ トラーセ・73
【氏名又は名称】	セントロン・アクチエンゲゼルシャフト

【代理人】

【識別番号】	100077481
【住所又は居所】	東京都港区赤坂2丁目6番20号 谷・阿部特許 事務所
【氏名又は名称】	谷 義一

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000033]

1. 変更年月日	2001年 1月 4日
[変更理由]	名称変更
住 所	大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号
氏 名	旭化成株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [500539479]

1. 変更年月日 2000年11月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 スイス・CH-6300・ツーク・バーラーシュトラッセ・7  
3

氏 名 セントロン・アクチエンゲゼルシャフト